Aus der Kinderklinik und -Poliklinik
der Freien Universität Berlin
(Kaiserin-Auguste-Viktoria-Haus)
Direktor: Professor Dr. med. Adalbert Loeschke

DIE BEDEUTUNG DER IMPRESSIONES GYRORUM BEI GESUNDEN UND CEREBRAL GESCHÄDIGTEN KINDERN

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1970

vorgelegt von
Maritta Lange geb. Thomas
aus Leipzig

Aus der Kinderklinik und -Poliklinik der
Freien Universität Berlin (Kaiserin-Auguste-Viktoria-Haus)
Direktor: Professor Dr. med. Adalbert Loeschke

DIE BEDEUTUNG DER IMPRESSIONES GYRORUM BEI GESUNDEN UND CEREBRAL GESCHÄDIGTEN KINDERN

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Maritta Lange geb. Thomas
aus Leipzig

Dekan: Professor Dr. med. H. Lax
Referent: Professor Dr. med. Hasso Schäfer
Korreferent: Professor Dr. med. Heinz Oeser

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 6. 4. 70

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Einleitung und Fragestellung	3
B. Impressiones gyrorum (digitatae)	5
1. Definition	5
2. Entstehungstheorien	5
a) phylo-ontogenetische Ursachen	5
b) mechanische Ursachen	6
3. Korrelation zwischen Auftreten der Impressiones gyrorum und Lebensalter	7
a) bisherige Auffassung:	7
Impressiones gyrorum (I. g.) vor dem 18. Lebensmonat	8
I. g. zwischen 1. und 4. Lebensjahr	8
I. g. zwischen 4. und 10. Lebensjahr	8
I. g. vom 14. Lebensjahr an	8
b) neuere Untersuchungen einer französischen Arbeitsgruppe:	11
I. g. bei Frühgeborenen und 1 - 3 Monate alten Säuglingen	11
I. g. ab dem 3. Lebensmonat	12
I. g. in der oberen parietalen Region	12
I. g. in der unteren parietalen Region	12
I. g. in der occipitalen Region	12
I. g. in der frontalen Region	12
I. g. in der orbitalen Region	13
Wanderung der I. g.	13
Tiefe der I. g.	13

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546513_0053

Seite

C. Eigene Untersuchungen

1. Material und Methodik 15

2. Ergebnisse 20

a) I. g. bei gesunden Kindern 20

1. Bildung von Altersgruppen 20

2. Die regionären Intensitäten der I. g. und ihre Altersverteilung 20

3. Die Ausdehnung der I. g. über das Endocranium und ihre Altersabhängigkeit 21

4. Die I. g. im 1. Lebensjahr 24

b) Die Impressiones gyrorum bei craniellen und cerebralen Erkrankungen 28

1. Bildung von Altersgruppen 28

2. Die I. g. bei Microcephalen 28

3. Die I. g. bei Craniostenosen 32

4. Die I. g. bei Hydrocephalen 35

D. Diskussion

1. Die Theorien über die Entstehung der Impressiones gyrorum 39

2. Die Impressiones gyrorum bei cerebral und craniell erkrankten Kindern 41

a) Hydrocephalus 42

b) Microcephalus 43

c) Craniostenosen 44

3. Der diagnostische Wert der Impressiones gyrorum 45

a) Die Variabilität der Impressiones gyrorum bei gesunden Kindern 45

b) Die Variabilität der Impressiones gyrorum bei craniellen Erkrankungen 47

E. Zusammenfassung 49

F. Literaturverzeichnis 51

A. Einleitung und Fragestellung

Die Impressiones gyrorum stellen Abdrücke von Hirnwindungen an der Schädelkalotte dar.

Die Ansichten über den Zeitpunkt und die Gesetzmäßigkeit ihres Auftretens im Kindesalter gehen weit auseinander.

Die Mehrzahl der sich mit diesem Problem beschäftigenden Arbeiten kommen zu dem Ergebnis, daß sich u. a. in der Röntgenaufnahme des Schädels beim Säugling keine Impressiones gyrorum erkennen lassen.

Vor dem 18. Lebensmonat finden sie sich selten und nehmen erst danach an Zahl und Intensität zu. Im Gegensatz zu diesen Anschauungen stehen die neuesten Veröffentlichungen von Bernard, Vignaud und Mitarbeitern. Sie stellten durch umfangreiche Studien fest, daß man entgegen allen bisherigen Vorstellungen Impressiones gyrorum bei nicht cerebral geschädigten Kindern im 3. Lebensmonat immer findet, daß man sie sogar schon bei Frühgeborenen im 8. - 9. Schwangerschaftsmonat sehen kann.

Die klinische Aussagekraft aus dem Auftreten von Impressiones gyrorum hat in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung verloren. Impressiones gyrorum können bei beträchtlicher intracranieller Drucksteigerung fehlen oder vorhanden sein. Andererseits werden sie auch ohne den geringsten Anhalt einer Druckerhöhung beobachtet. So neigen die meisten Autoren heute zu der Ansicht, daß dem Auftreten der Impressiones gyrorum keine sichere pathognomische Bedeutung zukommt.

Die Aufgabe dieser Arbeit soll es sein, an dem Krankengut der Universitätskinderklinik der Freien Universität Berlin im Kaiserin-Auguste-Viktoria-Haus zu überprüfen, inwieweit diese Ansicht zu Recht besteht.

Diese Überprüfung findet insofern ihre Berechtigung, als durch die neueren Erkenntnisse eines früheren Auftretens und altersentsprechender Lokalisation der Impressiones gyrorum in den einzelnen Schädelabschnitten sich andere Gesichtspunkte möglicher Weise auch für die klinische Deutung ergeben.
Das bisher in der Literatur wenig beachtete quantitative und qualitative Verhalten der Impressiones gyrorum in einzelnen Krankheitsgruppen cerebral erkrankter Kinder soll geklärt werden.

Für die einzelnen Fragestellungen wurde folgende Gliederung vorgenommen:

A) Wie verhalten sich die Impressiones gyrorum bei nicht cerebral geschädigten Kindern

   1. Zeitpunkt des ersten Auftretens
   2. Lokalisation in den einzelnen Schädelabschnitten
   3. Altersabhängigkeit

B) Auftreten der Impressiones gyrorum bei folgenden ausgewählten Störungen:

   1. Craniostenosen
   2. Microcephalus
   3. Hydrocephalus

B. Impressiones gyrorum (digitatae)

1. Definition der Impressiones gyrorum

Die Impressiones gyrorum (digitatae) sind "Abdrücke der Gehirnwindungen" (Tönnis, Friedmann) oder umschriebene "Verdünnungen des Endocraniums entsprechend der Hirnwindungen" (J. Vignaud-Pasquier).

2. Über die Entstehung der Impressiones gyrorum

a) phylo- und ontogenetische Ursachen
Es besteht zwar eine einheitliche Meinung über die Definition der Impressiones gyrorum, mannigfaltig und sich widersprechend sind aber die Ansichten über ihre Entstehung.

Einige Autoren geben phylo- und ontogenetische Ursachen an, andere sprechen von mechanischen Ursachen.

Ein Vertreter der phylo- und ontogenetischen Lehre ist Spatz (36). Er stellte 1937 die Evolutionshypothese auf. In dieser spricht Spatz nur bestimmten prominenten Hirnteilen die Fähigkeit zur Bildung von Impressiones gyrorum an der Schädelinnenseite zu. Die Stärke der Impressiones gyrorum ist nach seiner Theorie vom Grad der Propulsion der Gehirnwindungen abhängig. Die tiefen Impressiones gyrorum an der vorderen und mittleren Schädelgrube sind durch die Gyri der basalen Rinde verursacht, die eine stärkere Propulsion zeigen. Das Fehlen der Impressiones gyrorum an Teilen des Schädeldaches sei hingegen auf die hier

verloren gegangene Propulsion der schon voll ausgebildeten Hirnrinde zurückzuführen.

b) mechanische Ursachen
Franke und Fick (9 a) sprechen von rein mechanischen Ursachen. Sie sehen in der pulssynchronen Klopf- und Hämmerwirkung des Gehirns das auslösende Moment für die Bildung der Impressiones gyrorum.

Löschke, Weinnoldt, Wiegand, Macaulay (19, 20) äußern die Ansicht, daß die weichen Hirnwindungen durch die Dura hindurch unmöglich einen derartigen Effekt wie Impressiones gyrorum an dem harten Knochen hervorrufen können. Außerdem finden sich bei intracranieller Hypertension tiefe, schmale Impressiones gyrorum. Das wiederum vereinbart sich nicht damit, daß bei intracranieller Hypertension die Gyri abgeflacht sind und der Schädelwand breitbasig anliegen.

F. W. Müller und Erdheim (22, 9) sind der Meinung, daß die Impressiones und die Juga cerebralia der negative Abdruck der Arachnoidea sind. Die Arachnoidea sei in den scheitelnahen Abschnitten des Gehirns nur wenig, im Basalbereich hingegen stärker gewellt und dringe dort tiefer in die Furchen des Gehirns ein. So geben die Juga cerebralia und die Impressiones gyrorum die Niveaudifferenzen der Arachnoidea wieder und sind somit ihr negatives Spiegelbild.

Erdely (die gleiche Ansicht vertreten Caffey, Eickhoff u. a.) macht die Ausprägung der Impressiones gyrorum von der Dicke der Calotte und der Breite der Diploe abhängig (8).

Begünstigt wird die Prägung durch Ernährungsstörungen des Knochens, da in diesem Fall die Tabula interna eher dem intracraniellen Druck nachgibt, und dadurch die Diploe komprimiert und verschmälert wird.

Loepp und Lorenz bezeichnen die Impressiones gyrorum als Folge der physiologischen Wachstumsunruhe der Calotte, die sich dem Hirnwachstum anpaßt (18).

Schüller, Köhler und Zimmer (29) sind der Ansicht, daß das relativ schneller wachsende Gehirn im Kindesalter den Liquorraum verschmälert und dadurch die Gyri engen Kontakt mit der Schädelkapsel bekommen (siehe auch Reichelt und Böning (1)). Die Entstehung der Impressiones gyrorum sei deshalb in dieser Entwicklungsphase begünstigt. Erst gegen Ende des Wachstums des Gehirns erreicht der Liquorraum ein bis zum 3. - 4. Lebensjahrzehnt anhaltendes größeres Volumen.

3. Korrelation zwischen Auftreten der Impressiones gyrorum und Lebensalter

a) Bisherige Auffassung

Auskunft über die Entwicklung der Impressiones gyrorum geben uns Untersuchungen über die Intensität der Impressiones gyrorum in verschiedenen Altersstufen.

Einige Autoren (Seifferth, Caffey) stellen fest, daß am Säuglingsschädel keine Impressiones gyrorum vorhanden sind (33). Die Impressiones gyrorum entwickeln sich erst im Laufe des korrelierten

Wachstums zwischen Calotte und Gehirn. Selten finden sich vor dem 18. Lebensmonat Impressiones gyrorum. Von diesem Zeitpunkt ab ist ein Anstieg der Impressiones gyrorum bis zum Alter von 4 - 5 Jahren zu beobachten. Zwischen dem 5. - 11. Lebensjahr verhält sich die Zahl der Impressiones gyrorum konstant.

Die Ergebnisse von Seifferth und Caffey werden von Davidoff bestätigt (3). Als erster beurteilt er die Ausdehnung und Tiefe der Impressiones gyrorum in jeder Region des Schädels getrennt (frontale -, parietale -, occipitale -, temporale Region). Er stellt eine Intensitätsskala von 0 - 6 auf und ordnet die Impressiones gyrorum je nach ihrer Häufigkeit der entsprechenden Gruppe zu. Seine Untersuchungen betreffen das Alter von 6 Monaten bis zu 18 Jahren.

Davidoff findet vor dem 1. Lebensjahr nur selten Impressiones gyrorum. Vom 1. - 4. Lebensjahr stellt er eine Zunahme fest. Zwischen dem 4. und 9. Lebensjahr verhält sich die Zahl der Impressiones gyrorum relativ konstant. Vom 9. - 14. Lebensjahr verringert sich die Anzahl wieder etwas, um dann zum 18. Lebensjahr hin wieder etwas zuzunehmen (s. Abb. Nr. 1).

Weitere Beobachtungen über das Verhalten der Impressiones gyrorum veröffentlicht Macaulay (20). Er unterscheidet nur 3 Grade in der Ausdehnung und Tiefe:

Stufe I = gerade noch sichtbare Impressiones gyrorum

Stufe II = Impressiones, die weder in Stufe I noch III paßten

Stufe III = besonders stark hervortretende Impressiones gyrorum

Das Untersuchungsmaterial umfaßt die Altersgruppen von 1 - 14 Jahren. Um die Variationen im Auftreten der Impressiones gyrorum in allen Altersstufen verfolgen zu können, stellt er für jedes Lebensjahr eine Kurve auf. Er kommt zu den gleichen Ergebnissen wie Davidoff ohne Berücksichtigung der Vierzehn- bis Achtzehnjährigen. In der graphischen Darstellung ergibt sich eine Kurve, die im Anstieg, Plateau und Abfall die gleiche Relation zum Alter wie derjenigen Davidoffs zeigt (s. Abb. Nr. 1).

Im Jahre 1956 veröffentlicht George du Boulay seine Ergebnisse (5). Er beurteilt 199 Röntgenaufnahmen von Kindern im Alter von 1 Jahr bis zu 17 Jahren. Außerdem betrachtet er noch 159 Röntgenaufnahmen von Kindern mit gesteigertem Hirndruck. Wie Macaulay arbeitet er mit 3 bzw. 4 Intensitätsstufen:

Stufe 0 = keine Impressiones

Stufe I = wenig und helle Impressiones

Stufe III = tiefe und ausgeprägte Impressiones gyrorum

Stufe II = Impressiones gyrorum, die in ihrer Intensität zwischen Stufe I und III liegen.

In der graphischen Darstellung ergeben sich wiederum die gleichen charakteristischen Kurvenverläufe bei gesunden Kindern wie sie auch von Davidoff und Macaulay gezeigt werden konnten (s. Abb. Nr. 1):

Abb 1 :Gegenüberstellung der von verschiedenen Autoren ermittelten Indices der Impressiones sphenorum bei gesunden Kindern in Abhängigkeit vom Alter. (37).

vor dem 1. Lebensjahr:	keine Impressiones gyrorum
1. - 4. Lebensjahr:	steile Zunahme der Impressiones gyrorum
4. - 10. Lebensjahr:	Plateau im Kurvenverlauf
ab 14. Lebensjahr:	Abfall der Kurve (= Abnahme der Impressiones gyrorum)

b) Neuere Untersuchungen einer französischen Arbeitsgruppe über die Impressiones gyrorum

Im Jahre 1964 erschien die Arbeit einer französischen Arbeitsgruppe unter der Leitung von J. Vignaud-Pasquier über

"Die Impressiones digitatae von der Geburt bis zum 9. Lebensjahr" (39).

In dieser Arbeit untersuchen die Autoren 315 Röntgenaufnahmen im frontalen und seitlichen Strahlengang von normal entwickelten Kindern, d. h. Kindern, die nicht cerebral geschädigt waren. Dabei handelt es sich um Röntgenaufnahmen von Kindern im Alter von 0 bis 9 Jahre und 73 Aufnahmen von Foeten und Frühgeborenen im 6. - 9. Schwangerschaftsmonat.

Entgegen der bisherigen Auffassung stellen Vignaud und Mitarbeiter fest, daß man Impressiones gyrorum im Röntgenbild sogar schon bei Frühgeborenen im 6. - 9. Monat post conceptionem sehen kann. Sie bestätigen diese röntgenologischen Bildeindrücke bei Frühgeborenen durch

endocranielle Ausgüsse der Calotte von totgeborenen Frühgeburten.

Während sich nicht bei allen Frühgeborenen und 1 - 3 Monate alten Säuglingen Impressiones gyrorum finden, zeigen alle Röntgenaufnahmen von Kindern ab dem 3. Lebensmonat Impressiones gyrorum an der Schädelinnenseite. Nach ihrer Auffassung ist es völlig normal, zwischen der Geburt und dem 8. Lebensmonat Impressiones gyrorum zu finden. Mit größter Wahrscheinlichkeit handele es sich bei Kindern, die nach dem 3. Lebensmonat keine Impressiones gyrorum zeigen, um pathologische Fälle.

Bei der Beurteilung der Röntgenaufnahmen verwenden sie die Intensitätsskala von du Boulay (s. S. 9). So stellen sie fest, daß zwischen dem Zeitpunkt der Geburt und 3 Monate danach die Impressiones gyrorum am stärksten in der oberen parietalen Region zu finden sind. Bis zum 10. Lebensjahr nehmen sie in diesem Bereich ab bzw. verschwinden ganz.

In der occipitalen Region erscheinen die Impressiones erst zwischen dem 4. und 10. Lebensmonat und nehmen dann bis zum Alter von 3 1/2 Jahren stetig zu. Bis zum 9. Lebensjahr bleibt die Anzahl der Impressiones gyrorum ziemlich konstant.

In der unteren parietalen Region nehmen die Impressiones gyrorum von der Geburt bis zu 3 1/2 Jahren progressiv zu. Anschließend erfolgt weder eine Zunahme noch eine Abnahme.

In der frontalen Region erscheinen die Impressiones gyrorum erst deutlich im 20. Lebensmonat und vermehren sich anschließend nur sehr langsam.

Der Bereich um die Orbita zeigt vom 10. Lebensmonat an Impressiones gyrorum, die sich kontinuierlich vermehren.

Aufgrund der unterschiedlichen Intensitäten in den einzelnen Regionen wird eine Wanderung der Impressiones gyrorum festgestellt, und zwar:

in den ersten Lebenstagen von der fronto-parietalen Region zu der occipitalen Region im Alter von 10 Monaten,

zu der temporo-parietalen Region im Alter von 2 1/2 Jahren,

zu der frontalen Region im Alter von 3 1/2 Jahren,

zu der orbitalen Region im Alter von 8 Jahren.

Dabei sind in der occipitalen Region die Impressiones gyrorum immer am stärksten markiert.

Aus dieser altersabhängigen Verlagerung der Impressiones gyrorum schließen die Autoren, daß die Lageveränderungen des Kindes von der Vorderhauptslage in utero (Druck auf die obere parietale Region) über die monatewährende Rückenlage des Säuglings (Druck auf die Occipitalregion) und die dann folgende vorwiegend sitzende Haltung (Druck auf die untere parietale Region) und stehende Haltung (Druck auf die frontale und orbitale Region) die Ursache für dieses Phänomen der Wanderung der Impressiones gyrorum sind.

Die Tiefe und Ausdehnung der Impressiones gyrorum wird an den Röntgenaufnahmen im a. p. Strahlengang studiert. Diese zeigen eine stufenweise Anordnung der Impressiones gyrorum im temporalen Bereich. Im Laufe des Wachstums vereinigen sich mit der zunehmenden Ausbildung der Impressiones gyrorum die Tabula externa und interna, d. h. die noch bis zum Alter von 3 Jahren erhaltene Diploe verschwindet. Die Impressiones gyrorum buchten das Endocranium mehr und mehr aus.

C. Eigene Untersuchungen

1. Material und Methodik

Wir untersuchten 2.197 Schädelröntgenaufnahmen von Kindern zwischen 0 und 14 Jahren. Die Röntgenbilder stammen aus dem Archiv der Universitätskinderklinik Berlin im Kaiserin-Auguste-Viktoria-Krankenhaus. Alle Aufnahmen wurden im frontalen Strahlengang und unter Verwendung einer Bukyblende angefertigt.

Unter den 2.197 Röntgenbildern befanden sich

1.679 Schädelaufnahmen von Kindern, bei denen keine Erkrankung des Schädels oder des Gehirns vorlag und

518 Schädelaufnahmen von Kindern mit verschiedenen cerebralen und craniellen Erkrankungen (Hydrocephalus, Microcephalus, prämature Nahtstenosen).

Auf diesen Röntgenbildern beurteilten wir die Intensität der Impressiones gyrorum und ihre Verteilung über das Endocranium. Damit wollten wir entscheiden, ob die Intensität und die Verteilung der Impressiones gyrorum altersabhängig sind und ob sie durch Erkrankungen des Schädels oder des Gehirns beeinflußt werden. Um die Intensität der Impressiones gyrorum zu beurteilen, muß ein eindeutiges und objektiv meßbares Kriterium gefunden werden. Die räumliche Ausdehnung einer Impression (Länge, Breite, Tiefe) ist kein zuverlässiges Merkmal, da ihr Abbild auf der Röntgenplatte allzusehr von der Aufnahmetechnik und der Strahlenabsorption durch Knochen und

Weichteile beeinflußt wird. Du Boulay (6) richtet sich deshalb nach der Zahl der Impressiones gyrorum und unterscheidet willkürlich 4 Intensitätsstufen, je nach dem, ob er viele, mehrere, wenige oder gar keine Impressiones auf dem Röntgenbild erkennt. Eine solche auf einer zahlenmäßigen Schätzung beruhenden Einteilung kann jedoch auch nicht vollständig befriedigen, da ihr Ergebnis allzusehr vom subjektiven Urteil des Beobachters abhängt. Wir bemühten uns deshalb die Intensitätsstufen quantitativ zu definieren. In Vorstudien verschafften wir uns einen Eindruck von den Intensitätsschwankungen in den einzelnen Regionen und stellten sodann für jede Region vier geeignete Intensitätsstufen auf, die durch die Zahl der auf dem Röntgenbild erkennbaren I. d. bestimmt sind. Eine Tabelle verdeutlicht die Zuordnung von Intensitätsstufen und Zahl der I. d.

Stufe:	o	I	II	III
obere parietale Region	o	1-12	13-25	26-38 und mehr
occipitale Region	o	1-6	7-10	11-17 und meh
frontale Region	o	1-4	5-7	8-11 und mehr
orbitale Region	o	1-2	3-5	6-8 und mehr

Wie ersichtlich unterscheidet sich die Anzahl der Impresiones gyrorum auch bei gleichen Intensitätsstufen von Region zu Region. Dies ist weniger auf eine unterschiedliche Dichte (Zahl/Flächeneinheit) der Impressiones gyrorum, sondern vorwiegend auf die unterschiedliche Größe der Regionen zurückzuführen.

Um das Auszählen der Impressiones gyrorum zu erleichte benutzten wir später Standardröntgenbilder (s. Abb. Nr. 3) der oben aufgeführten Gruppen (O, I, II, III). Durch Vergleich mit diesen Mustern

konnten die übrigen Röntgenbilder den Intensitätsstufen zugeordnet werden. Nur noch in Zweifelsfällen wurden die Impressiones einzeln ausgezählt.

Die Verteilung der I. d. über das Endocranium bestimmten wir, indem wir für jede Region die Intensität der in ihnen gefundenen I. d. registrierten und die so gefundenen regionären Intensitäten miteinander verglichen. Wir unterschieden

1) die occipitale Region, begrenzt durch die Lambdanaht und die hintere Schädelkontur

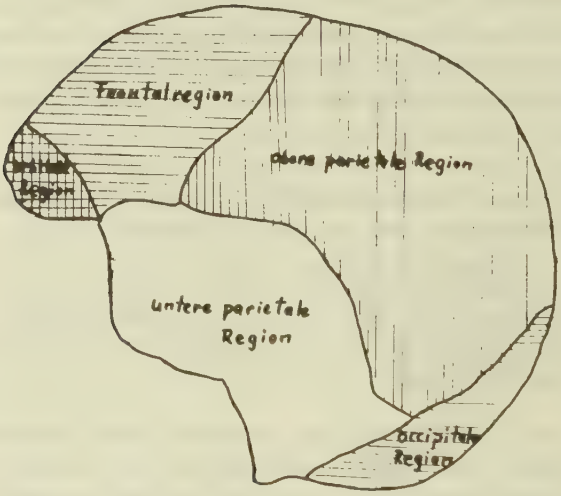
2) die obere parietale Region, umgrenzt von der Coronarnaht, der sutura sphenoparietalis (Schuppennaht), der Lambdanaht und der oberen Schädelkontur

3) die frontale Region, begrenzt durch die Coronarnaht, den arcus superciliaris, die sutura sphenofrontalis und die obere Schädelkontur

4) die orbitale Region, begrenzt durch den arcus superciliaris, die margo supraorbitalis, die sutura frontozygomatica und die vordere Schädelkontur (s. Abb. Nr. 2).

Boulay beurteilt in seiner Arbeit auch die untere parietale Region. Der parietale Knochen, der sich über dem Sellaboden projiziert, ist jedoch sehr dünn und trägt so gut wie keine I. d., Deshalb erscheint uns die Beurteilung dieser Region mit einem allzu großen Fehler behaftet, und wir haben in unserer Arbeit darauf verzichtet.

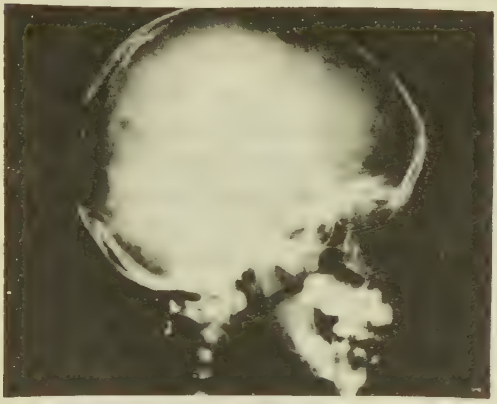
BEURTEILTE SCHÄDELREGIONEN UND IHRE GRENZEN



occipitale Region	begrenzt durch die Sutura lambdoidea und hintere Schädelkontur
obere parietale Region	begrenzt durch die Sutura coronaris, Sutura lambdoidea, Sutura sphenoparietalis, Sutura squamosa und obere Schädelkontur.
frontale Region	begrenzt durch die Sutura coronaris, Sutura sphenofrontalis , den Arcus superciliaris, obere Schädelkontur
orbitale Region	begrenzt durch den Arcus superciliaris, Margo supraorbitalis, Sutura frontozygomatica, vordere Schädelkontur

untere parietale Region nicht beurteilt (s. .)

Aufgestellte Standardbilder nach einer Probedurchsicht von 1 000 Röntgenaufnahmen für



Stufe I
occipitale Region
obere parietale "
frontale "
orbitale "

Stufe II
occipitale Region
ob.parietale "
frontale "
orbitale "

Stufe III
occipitale Region
ob.parietale "
frontale "
orbitale "

2. Ergebnisse

a) Die Impressiones digitatae bei gesunden Kindern

1) Die Bildung von Altersgruppen

An den 1.679 Schädenröntgenaufnahmen von Kindern, bei denen keine Erkrankung im Bereich des Schädels und des Gehirns vorlag, untersuchten wir, inwieweit die Intensität und die Verteilung der I. d. vom Alter des Kindes abhängen. Dazu bildeten wir acht etwa gleich stark besetzte Altersgruppen, auf die sich die Gesamtzahl der Aufnahmen wie folgt verteilt.

251	Aufnahmen von Kindern im Alter von 0 bis 12 Monaten
250	Aufnahmen von Kindern im Alter von 12 bis 20 Monaten
232	Aufnahmen von Kindern im Alter von 20 Monaten bis 2 1/2 Jahren
292	Aufnahmen von Kindern im Alter von 2 1/2 bis 4 Jahren
122	Aufnahmen von Kindern im Alter von 4 bis 5 Jahren
168	Aufnahmen von Kindern im Alter von 5 bis 7 Jahren
157	Aufnahmen von Kindern im Alter von 7 bis 10 Jahren
145	Aufnahmen von Kindern im Alter von 10 bis 13 Jahren
62	Aufnahmen von Kindern im Alter von 13 bis 15 Jahren
1.679	

2) Die regionären Intensitäten der Impressiones digitatae und ihre Altersverteilung

Als erstes untersuchten wir, ob sich gesondert für jede einzelne Region eine Altersabhängigkeit

der I. d. nachweisen läßt. Dazu bildeten wir für jede Altersgruppe einen Mittelwert der Intensitätsstufen (Beispiel für die Berechnung: (0 + 89 + 1x94 + 2x45 + 3x23) : 251 = 1.01 siehe Tab. Nr. 2, erste Spalte)). Der so gefundene Mittelwert ist charakteristisch für eine Altersgruppe und kann mit denen anderer Altersgruppen verglichen werden. Dabei zeigt sich, daß von der Geburt bis zum 14. Lebensjahr die mittleren Intensitäten der I. d. in der occipitalen und der parietalen Region verhältnismäßig konstant bleiben. Dagegen finden sich in der frontalen und orbitalen Region sehr geringe mittlere Intensitäten im ersten Lebensjahr und dieser Wert steigt mit fortschreitendem Alter der Kinder kontinuierlich an, bis er im 14. Lebensjahr sein Maximum erreicht. Mit anderen Worten, die Zahl der Impressiones gyrorum ändert sich vom 1. bis zum 14. Lebensjahr in der occipitalen und parietalen Region kaum, während sie in den vorderen Partien des Schädels, der frontalen und der orbitalen Region, kontinuierlich wächst.

3) Die Ausdehnung der I. d. über das Endocranium und ihre Altersabhängigkeit

Neben der isolierten Betrachtung einzelner Regionen, beurteilten wir die Ausdehnung der I. d. über das gesamte Endocranium. Dazu registrierten wir für jedes Röntgenbild, wieviele seiner vier Regionen I. d. erkennen lassen, und prüften, ob die Zahl der I. d. tragenden Regionen vom Alter der Kinder abhängig ist. Es sei erwähnt, daß dabei nur das Vorhandensein bzw. Fehlen der I. d.

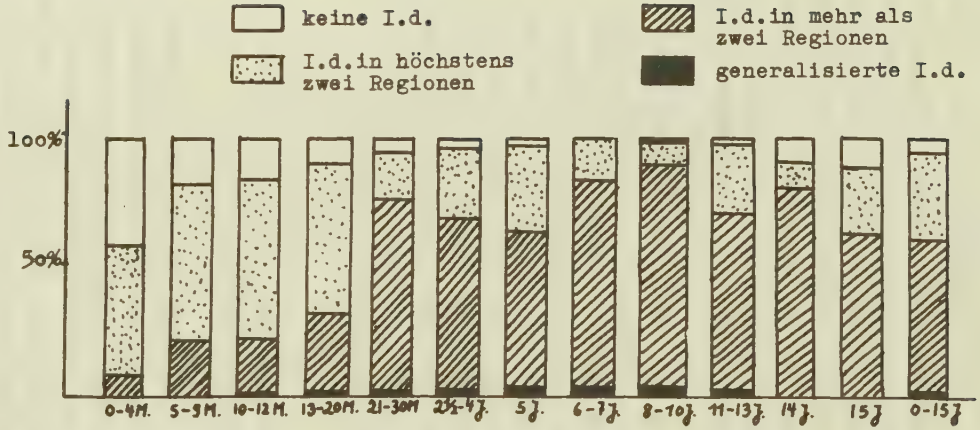


Abb 2a : Die Ausdehnung der Impressiones digitatae über die Regionen des Endokraniums

Die Ausdehnung der Impressiones digitatae
über die Regionen des Endocraniums

Alter	Zahl der Fälle	Keine I.d.	inhöchstens 2 Regionen I.d.	in mehr als 2 Regionen I.d.	generalisierte I.d.
o-4 M.	32	41%	5o%	9%	o%
5-9 M	149	12%	66%	22%	o%
1o-12M.	7o	16%	61%	22%	1%
13-2oM.	25o	7%	6o%	31%	2%
21-3oM.	232	4%	17%	77%	2%
2½-4 J.	292	3%	27%	68%	2%
5 J.	122	4%	32%	59%	4%
6-7 J.	168	o%	14%	82%	4%
8-1oJ.	157	1%	1o%	86%	3%
11-13J.	145	3%	22%	73%	2%
14J.	35	9%	9%	82%	o%
15J.	27	15%	22%	63%	o%
insgesamt (=o-15J.)	1679	5%	32%	61%	2%

als Kriterium benutzt wurde und die Intensitätsstufen unberücksichtigt blieben.

Tabelle Nr. 1 und Abbildung Nr. 3 a zeigen wie die Ausdehnung der I. d. über das Endocranium vom Alter des Kindes abhängt. Im Mittel nimmt die Zahl der I. d. tragenden Regionen vom 1. bis zum 14. Lebensjahr kontinuierlich zu. Im ersten Lebensjahr fehlen noch in 16 % der Fälle I. d. in allen Regionen. Dieser Prozentsatz nimmt in den folgenden Altersstufen rasch ab und erreicht ein Minimum im 5. - 6. Lebensjahr; er steigt allerdings dann vom 7. - 14. Lebensjahr wieder leicht an, ohne jedoch so hohe Werte wie im 1. Lebensjahr zu erreichen. Demgegenüber nimmt der Prozentsatz derjenigen Fälle, bei denen eine oder mehr Regionen I. d. tragen vom 1. bis zum 14. Lebensjahr zu, wobei mit fortschreitendem Lebensalter mehr und mehr Regionen I. d. erkennen lassen. Generalisiert, d. h. in allen vier Regionen, finden sich I. d. in unserem Krankengut vom 2. bis zum 14. Lebensjahr, allerdings nur in 2 % der Fälle.

U n s e r e B e f u n d e sprechen also dafür, daß bereits im ersten Lebensjahr ca. 85 % aller Schädelröntgenaufnahmen in wenigstens einer Region Impressiones erkennen lassen, und daß bis zum 15. Lebensjahr mehr und mehr Regionen von den I. d. ergriffen werden, wobei jedoch eine Generalisation über das gesamte Endocranium selten ist.

4) Die Impressiones gyrorum im ersten Lebensjahr

Einige Autoren (Seifferth, Caffey, du Boulay) bestreiten, daß I. d. in den ersten Lebensmonaten vorkommen, Um diese Behauptung zu überprüfen,

schlüsselten wir die 251 Fälle der ersten Altersgruppe (0 - 1 Jahr) wie folgt auf:

0 - 4 Monate	32 Fälle
4 - 10 Monate	149 Fälle
10 - 12 Monate	70 Fälle

Dabei zeigte sich, daß bereits in der ersten Altersgruppe (0 - 4 Monate) 60 % der Fälle Impressiones in mindestens einer Region aufweisen und daß der Anteil der Fälle ohne I. d. in den Altersgruppen 4 - 10 und 10 - 12 Monate bereits unter 15 % gesunken ist. Wie bereits früher (S. 21) erwähnt, finden sich die I. d. bei diesen Altersgruppen vorwiegend in der occipitalen und oberen parietalen Region des Endocraniums.

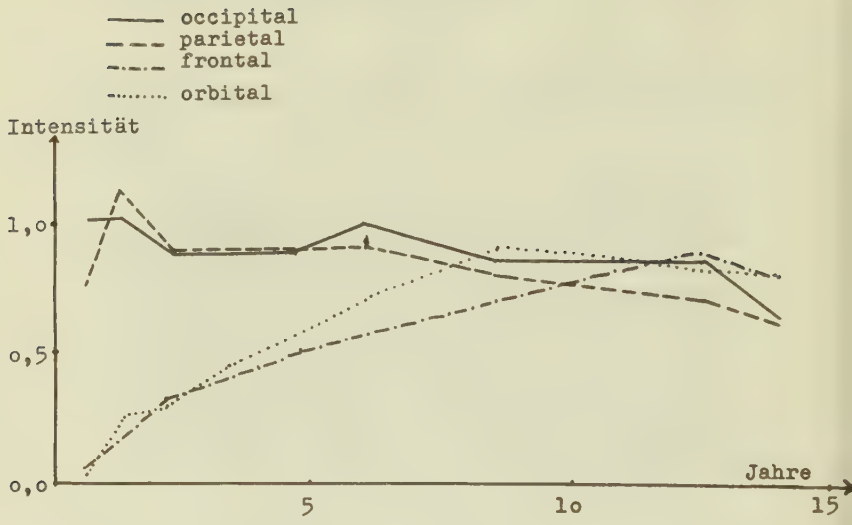


Abb.4 :Der Mittelwert der regionären Intensitäten in Abhängigkeit vom Alter bei gesunden Kindern.

(In den fronto-orbitalen Regionen steigt die mittlere Intensität der Impressiones gyrorum vom 1.-14.Lebensjahr kontinuierlich an,während sich die mittlere Intensität der occipito-parietalen Regionen in dieser Zeit kaum ändert.)

Region	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
occipitale Region	0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	M	1,[illegible]	1,[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
obere parietale Region	0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	M	[illegible]	1,18	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
frontale Region	0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	M	0,07	0,23	0,34	0,44	0,56	0,73	0,71	0,87	0,[illegible]
orbitale Region	0	245	221	151	164	56	48	13	16	11
	1	1	4	28	35	13	19	21	25	7
	2	4	11	35	36	27	37	34	43	16
	3	1	14	28	57	26	63	35	61	28
	M	0,02	0,27	0,33	0,44	0,54	0,71	0,92	0,80	0,83
Anzahl d.Fälle		251	250	252	292	122	168	157	145	62

b) Die Impressiones gyrorum bei craniellen und cerebralen Erkrankungen

Es stellte sich die Frage, ob die Impressiones gyrorum bei gesunden und craniell erkrankten Kindern Unterschiede aufweisen, die für die röntgenologische Diagnostik bedeutsam sind. Dies prüften wir anhand von Röntgenaufnahmen von Kindern mit Microcephalus, Hydrocephalus und Craniostenosen. Diese drei Veränderungen des Schädels boten sich zur Untersuchung an, da das oft eindrucksvolle Ausmaß jener Anomalien am ehesten ein vom gesunden abweichendes Verhalten der Impressiones vermuten ließ.

1) Bildung von Altersgruppen

Es standen uns zur Verfügung:

132 Fälle von Microcephalus
106 Fälle von Craniostenosen
280 Fälle von Hydrocephalus

Eine Aufteilung des Kollektivs in 10 Altersgruppen war wegen zu geringer Zahlen einzelner Gruppen nicht möglich. Zugunsten der statistischen Aussagekraft unterschieden wir deshalb fünf Altersgruppen auf die sich die Fälle wie folgt verteilen:

	Microcephalus	Craniostenose	Hydrocephal
0-12 M	54	48	100
13-20 M	28	13	66
21 M-4 J	20	24	71
5-7 J	22	13	24
7-13 J	8	8	19

2) Die Impressiones gyrorum bei Microcephalen

Die Diagnose eines Microcephalus stellten wir bei einem gegenüber der Altersnorm abweichenden Kleinwuchs des Schädels.

Für jede Altersgruppe wurde nach dem auf S. 21 angegebenen Verfahren ein mittlerer Intensitätswert berechnet. Vergleicht man die mittleren Intensitäten der einzelnen Regionen bei gesunden Kindern und Kindern mit Microcephalus, so zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung. Wie bei den gesunden Kindern so ändert sich auch bei den Kindern mit Microcephalus die mittlere parieto-occipitale Intensität der Impressiones gyrorum vom 1. bis zum 15. Lebensjahr kaum und die Intensität der fronto-orbitalen Regionen nimmt in diesem Zeitraum kontinuierlich zu. Dagegen unterscheidet sich der Microcephalus vom gesunden Schädel darin, daß bei ersterem die Impressiones gyrorum im fronto-orbitalen Bereich verspätet auftreten: während sich bei gesunden Kindern in der Altersgruppe 13 - 20 Monate eine mittlere Intensität von 0,28 findet, liegt dieser Wert in der entsprechenden Altersgruppe bei Kindern mit Microcephalus noch bei 0,00, um dann erst in späteren Altersgruppen allmählich anzusteigen. Die Ausdehnung der I. d. über das gesamte Endocranium, d. h. die Zahl der von I. d. erfaßten Regionen nimmt beim Microcephalus ähnlich wie bei gesunden Schädeln vom 1. bis zum 15. Lebensjahr kontinuierlich zu, wobei eine Generalisierung über das gesamte Endocranium mit 5 % der Fälle etwas höher als bei den gesunden Schädeln liegt.

Z u s a m m e n f a s s e n d stellten wir fest, daß - abgesehen von einer geringen zeitlichen Verzögerung im Anstieg der fronto-orbitalen Intensitäten - sich die Impressiones gyrorum der gesunden und der microcephalen Schädel nicht unterscheiden.

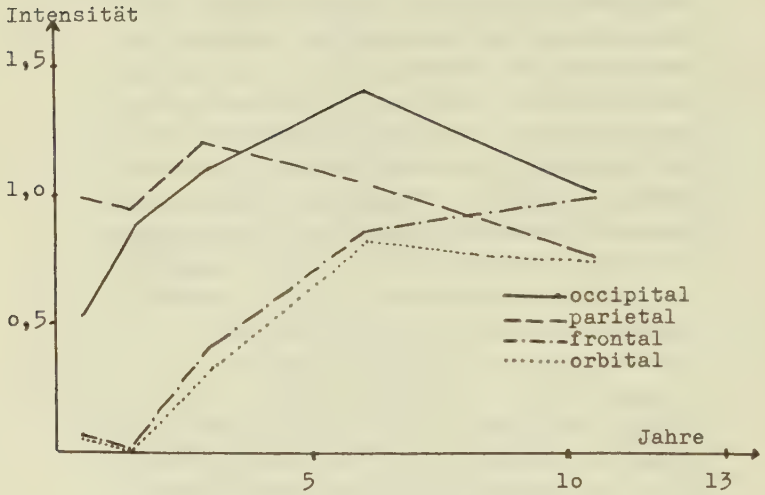


Abb.5 :Der Mittelwert der regionären Intensitäten in Abhängigkeit vom Alter bei Mikrocephalen

(Die mittleren regionären Intensitäten der Impressiones gyrorum verhalten sich bei den Mikrocephalen ähnlich wie bei gesunden Schädeln)

Tab.Nr.3 : Zahl der **Mikrocephalen** in Abhängigkeit von Alter und regionären Intensitäten

Region	Stufe	o-12M	13-2oM	21M-4J	5-7J.	7-13J
occipital	o	35	15	6	-	4
	1	12	5	2	2	1
	2	4	4	4	4	2
	3	3	4	4	7	1
	M	o,54	o,89	1,1o	1,4o	1,oo
obere parietale	o	2o	11	8	3	6
	1	19	9	2	1	-
	2	11	7	8	5	1
	3	4	1	2	4	1
	M	1,oo	1,9o	1,2	1,o4	o,75
frontale	o	52	28	14	6	5
	1	1	-	4	1	-
	2	-	-	2	-	1
	3	1	-	-	6	2
	M	o,o7	o,oo	o,4o	o,86	o,oo
orbitale	o	52	28	16	7	6
	1	1	-	2	-	-
	2	-	-	2	-	-
	3	1	-	-	6	2
	M	o,27	o,oo	o,3o	o,81	o,75
Anzahl d.Fälle		54	28	2o	22	8

3) Die Impressiones gyrorum bei Craniostenosen

Die Craniostenosen entstehen durch die verfrühte Synostose einzelner Schädelknochen, was stets zu einer Deformierung und häufig zu einer unproportionierten Verkleinerung des Neurocraniums führt. Je nach dem welche Sutur vorzeitig verknöchert, entsteht ein Turm-, Kahn-, Schief- oder Dreiecksschädel. Die röntgenologische Diagnose solcher Zustände ist deshalb meist eindeutig. Für die einzelnen Altersgruppen berechneten wir die mittleren regionären Intensitäten (s. S. 21). Wie Abb. Nr. 6 zeigt, unterscheiden sich die mittleren regionären Intensitäten einer Altersgruppe, abgesehen vom ersten Lebensjahr, nur unwesentlich. Die Röntgenbilder der Craniostenosen imponieren häufig durch die Gleichmäßigkeit, mit der die I. d. über alle Regionen des Endocraniums verteilt sind. Im ersten Lebensjahr befinden sich bei craniostenotischen wie auch bei gesunden Schädeln weniger I. d. in den frontoorbitalen Regionen als in den parieto-occipitalen Anteilen der Calotte. Diese Unterschiede verschwinden jedoch bei den Craniostenosen vom 2. Lebensjahr ab im Gegensatz zum Verhalten bei gesunden Schädeln, wo die Intensität der vorderen Schädelabschnitte erst im 14. Lebensjahr diejenige der hinteren Schädelabschnitte erreicht. Vom 2. bis zum 6. Lebensjahr steigen bei Craniostenosen die mittleren regionären Intensitäten kontinuierlich an (maximale Werte bei 2,6), um sich in unserem Kollektiv bei späteren Altersgruppen wieder leicht zu senken (1,5 in der Altersgruppe 7 - 13 J.). Immer liegen sie jedoch weit über den Werten, die entsprechende Altersgruppen gesunder

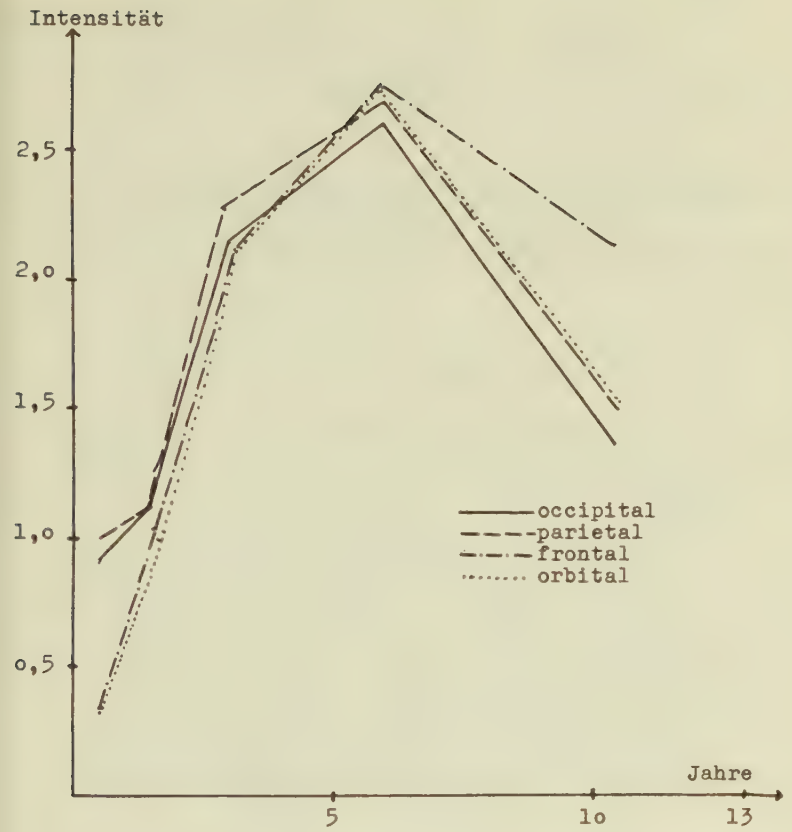


Abb.6 :Der Mittelwert der regionären Intensitäten in Abhängigkeit vom Alter bei Craniostenosen

(Bei den Craniostenosen liegt die mittlere regionäre Intensität der Impressiones gyrorum höher als bei gesunden Schädeln.Ab dem 2. Lebensjahr unterscheiden sich die mittleren Intensitäten aller Regionen kaum)

Tab. Nr. 4: Zahl der Craniostenosen in Abhängigkeit von Alter und regionären Intensitäten

Region	Stufe	0-12M	13-20M	21M-4J	5-7J	7-13J.
occipital	0	26	6	1	1	3
	1	6	3	2	1	1
	2	11	-	2	-	2
	3	5	4	19	11	2
	M	0,90	1,15	2,15	2,61	1,37
obere parietal	0	17	3	-	1	3
	1	16	6	5	-	-
	2	13	3	7	1	2
	3	2	1	12	11	3
	M	1,00	1,15	2,29	2,69	1,30
frontal	0	39	8	6	1	2
	1	3	-	1	-	3
	2	4	1	1	-	-
	3	2	4	16	12	3
	M	0,35	1,07	2,12	2,76	2,15
	0	40	8	7	1	-
	1	3	-	1	-	2
	2	4	1	1	-	-
	3	2	4	13	12	13
	M	0,33	1,07	2,12	2,76	1,50
Zahl d.Fälle		49	13	14	13	1

Kinder aufweisen.

Zusammenfassend stellten wir fest: Die mittlere Intensität der I. d. der fronto-orbitalen Regionen, die bei gesunden Kindern die Intensität der hinteren Schädelpartien erst im 14. Lebensjahr erlangt, erreicht diese bei Craniostenosen bereits im 2. Lebensjahr. In allen Altersstufen weisen craniostenotische Schädel im Mittel mehr Impressiones digitatae auf als gesunde Schädel.

4) Die Impressiones digitatae bei Hydrocephalen

Ein Hydrocephalus ist durch die Vermehrung des intracraniellen Liquor cerebrospinalis charakterisiert. Beim Hydrocephalus internus ist das Ventrikelsystem erweitert, während beim Hydrocephalus externus der Subarachnoidalraum vergrößert ist. Im Kindesalter ist der Hydrocephalus externus sehr selten und kommt so gut wie nie isoliert vor (in dem großen Sektionsgut von Potter (24) waren es weniger als 1 % der Fälle). Bei unseren Untersuchungen haben wir deshalb die Impressiones gyrorum nur bei Hydrocephalus internus ausgewertet.

Wie Tabelle Nr. 5 und Abbildung 7 zeigen, steigt bei Hydrocephalen die mittlere Intensität der Impressiones gyrorum in allen Regionen vom ersten bis zum 13. Lebensjahr kontinuierlich an. Vom 1. bis zum 5. Lebensjahr liegen die mittleren Intensitäten der occipito-parietalen Regionen niedriger als bei den gleichaltrigen gesunden Schädeln. Demgegenüber sind die mittleren fronto-orbitalen Intensitätswerte bei Hydrocephalen vom 2. bis zum 13. Lebensjahr gegenüber der

Norm erhöht. Beurteilt man die Intensität der Impressiones digitatae auf dem gesamten Endocranium so zeigt sich: etwa bis zum 3. Lebensjahr ist die Gesamtintensität der Impressiones digitatae bei Hydrocephalen niedriger als bei gesunden Schädeln und sie ist später, d. h. vom 3. bis zum 13. Lebensjahr etwas größer als bei Gesunden. Die unterschiedlichen Intensitätsmittelwerte sollen jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß in allen Altersgruppen Fälle fast aller Intensitätsstufen vorkommen. Im Gegensatz zu anderen Autoren (Schinz, Schüller) fanden wir deshalb auch im 1. Lebensjahr 25 von 100 Hydrocephale, bei denen Impressiones gyrorum in einer oder mehreren Regionen vorkommen.

Z u s a m m e n f a s s e n d läßt sich sagen: bei Hydrocephalen steigen die mittleren regionären Intensitäten der Impressiones digitatae vom 1. bis zum 13. Lebensjahr kontinuierlich an. Die mittlere Intensität des gesamten Endocraniums ist etwa bis zum 3. Lebensjahr kleiner und vom 3. Lebensjahr an geringfügig höher als bei gesunden Schädeln.

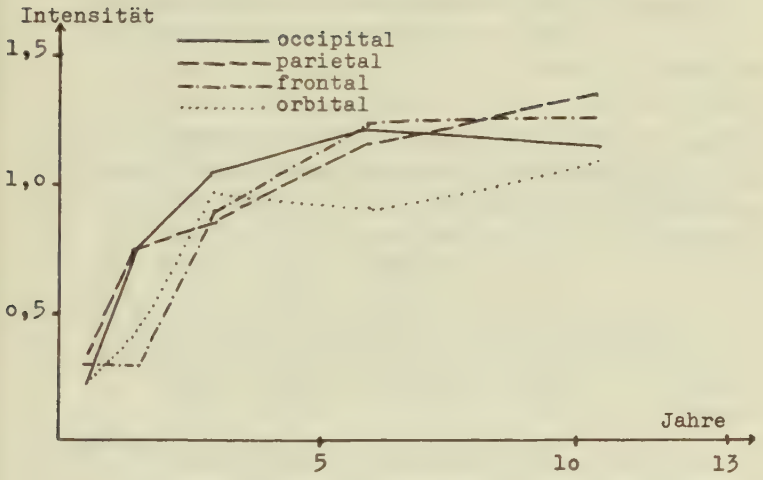


Abb 7 :Der Mittelwert der regionären Intensitäten in Abhängigkeit vom Alter bei Hydrocephalen

(Vom 1.-13.Lebensjahr steigen die mittleren Intensitäten aller Regionen kontinuierlich an.Vor dem 3.Lebensjahr tragen Hydrocephale durchschnittlich weniger Impressiones gyrorum als gesunde Schädel, nach dem 3.Lebensjahr dagegen geringfügig mehr.)

Tab.Nr 5 :Zahl der Hydrocephalen in Abhängigkeit von Alter und regionären Intensitäten

Region	Stufe	o–12M	13–2oM	21M–4J	5–7 J	7–13 J
occipital	o	84	32	26	6	8
	1	12	21	22	1o	3
	2	2	9	17	5	5
	3	2	4	6	3	3
	M	o,22	o,76	1,o4	1,21	1,16
obere parietal	o	75	34	3o	6	6
	1	14	16	23	12	2
	2	1o	14	16	2	9
	3	1	2	2	4	2
	M	o,37	o,76	o,86	1,17	1,36
frontal	o	84	55	32	4	2
	1	5	4	16	13	11
	2	8	6	16	7	5
	3	3	1	5	-	1
	M	o,3o	o,29	o,89	1,21	1,26
orbital	o	83	5o	3o	8	3
	1	12	4	2o	1o	12
	2	5	9	14	6	3
	3	-	3	7	-	1
	M	o,22	o,46	o,98	o,92	1,1o
Zahl d.Fälle		1oo	66	71	24	19

D. Diskussion

1. Die Theorien über die Entstehung der Impressiones gyrorum

Viele Autoren (19, 36, 42) haben die Frage gestellt, inwieweit aus der Zahl und der Lokalisation der Impressiones gyrorum auf ihre Entstehungsart geschlossen werden kann. Von den anfangs (s. S. 5) aufgeführten Entstehungstheorien seien hier nur einige anhand unserer Ergebnisse diskutiert.

Die meisten Forscher nehmen an, daß der Druck der Hirnwindungen auf das Endocranium die Impressiones gyrorum induziert.

Nach Vignaud-Pasquier entsteht dieser Druck durch die Schwerkraft des Gehirns und ist deshalb von der "bevorzugten Lage des Kindes" (Liegen, Sitzen, Stehen) abhängig. Die Autoren stützen diese Theorie durch die von ihnen gefundene "Wanderung" der Impressiones gyrorum. Die Impressiones gyrorum sollen entsprechend dem Lebensalter, in dem das Kind vorwiegend liegt, vorwiegend sitzt, vorwiegend steht von der oberen parietalen Region über die occipitale und untere parietale Region zur frontalen Region wandern.

Diese Wanderung der Impressiones gyrorum findet sich in unserem Untersuchungsmaterial nicht. Dagegen zeigt sich, daß die Intensität der

Impressiones gyrorum in den parieto-occipitalen Regionen im Mittel in allen Altersstufen relativ konstant bleibt, während sie in der fronto-orbitalen Region vom 0. - 14. Lebensjahr kontinuierlich zunimmt. Gegen die Theorie von Vignaud-Pasquier spricht ferner, das Vorhandensein vom Impressiones gyrorum in der oberen parietalen Region, auf die die Schwerkraft des Gehirns nur wenig einwirkt, und die Tatsache, daß die Intensität der Impressiones gyrorum in der occipitalen Region nicht zunimmt, obwohl diese Region wegen der bei Kindern aller Altersstufen bevorzugten Rückenlage dem stärksten Druck ausgesetzt sein sollte. Im übrigen scheint es uns sehr fraglich, ob das in seinen Meningen und Liquor fixierte Gehirn überhaupt durch die Gravitationskraft auf eine Region des Endocraniums bevorzugt drücken kann.

Nach anderen Autoren (Schüller, Reichel, Böning) entsteht der Druck der Gyri auf das Endocranium durch das ungleiche Wachstum von Gehirn und Schädelkapsel. Das Gehirn wächst im Verhältnis zu seiner Kapsel schneller, der Liquorraum wird schmaler und die Gyri erhalten dadurch engen Kontakt mit der Schädelinnenfläche. Das von uns gefundene unterschiedliche Verhalten der fronto-orbitalen und der parieto-occipitalen Impressiones gyrorum scheint darauf hinzuweisen, daß das wachsende Gehirn nicht gleichmäßig auf alle Regionen des Endocraniums drückt. In der Tat sind nach Seitelberger (38) am Gehirn des Neugeborenen die hinteren Abschnitte besser entwickelt als die phylogenetisch jungen frontalen Regionen. Letztere erfahren auch

in der Ontogenese zuletzt ihre Ausreifung, ihre Differenzierung und ihr endgültiges Volumen. Auch Hasselwander (47) findet bei seinen Untersuchungen über das Schädelwachstum, daß sich vom 7. - 21. Lebensjahr vorwiegend die vorderen Partien des Neurocraniums vergrößern; die Gesichtsbasis verlängert sich, das Stirnbein erfährt eine kräftige Entwicklung und der bitemporale Durchmesser verbreitert sich. Die von Hasselwander beschriebene relative Vergrößerung der vorderen Schädelpartien und der von uns gefundene Intensitätsanstieg der Impressiones gyrorum in den fronto-orbitalen Regionen könnte demnach durch den wachsenden Frontallappen induziert werden, der vom 1. - 14. Lebensjahr in Relation zum Gesamthirn an Volumen zunimmt.

Zusammenfassend stellen wir fest: unsere Ergebnisse können diejenigen Theorien indirekt stützen, die die Entstehung der Impressiones gyrorum in einer Beeinflussung der Schädelkapsel durch das wachsende Gehirn sehen. Der Beweis eines solchen Zusammenhanges steht jedoch noch aus.

2. Die Impressiones gyrorum bei cerebral und craniell erkrankten Kindern

Weitere interessante Hinweise auf die Entstehungsart der Impressiones gyrorum geben die Befunde, die bei craniell oder cerebral erkrankten Kindern erhoben wurden. Wie wir

zeigten (s. S. 28-38) weist das Verhalten der Impressiones gyrorum bei Kindern mit Hydrocephalus, Microcephalus und Craniostenosen charakteristische Abweichung von der Norm auf.

a) Hydrocephalus

Unsere Befunde zeigen, daß Kinder mit Hydrocephalus im Vergleich zu gesunden Kindern vom 1. bis zum 3. Lebensjahr durchschnittlich weniger und vom 3. bis zum 13. Lebensjahr geringfügig mehr Impressiones gyrorum aufweisen (s. Tabelle Nr. 5 und Abb. Nr. 7). Matthes (21) fand ein ungleiches Verhalten der Impressiones digitatae je nach dem, ob der Hydrocephalus früh oder erst später im Leben des Kindes auftritt. Diesen Unterschied erklärt er folgendermaßen: bei einem frühzeitig entstehenden Hydrocephalus trifft die Drucksteigerung auf eine nachgiebige, leicht deformierbare Schädelkapsel; die Suturen weichen auseinander und die Hirnwindungen graben sich nicht in das Endrocranium ein. Dagegenkönnen die Schädelknochen bei einem spät erworbenen Hydrocephalus nicht mehr so freizügig auseinander weichen, und es findet sich ähnlich wie bei Erwachsenen eine durch die intracranielle Hypertension bedingte Verstärkung der Impressiones digitatae. Dieser Unterscheid zeigt sich auch bei der Auswertung unserer Befunde. Bis zum 3. Lebensjahr (dem Zeitpunkt des Schlusses der Sagittalnaht (14)) trägt die hydrocephale Calotte eindeutig weniger Impressiones digitatae als der gesunde Schädel. Da wir nicht zwischen früh und spät erworbenen

Hydrocephali unterschieden haben, überlagern sich diese beiden Gruppen vom 3. Lebensjahr an, und wir finden nur eine leichte Erhöhung der mittleren Intensitäten der Impressiones gyrorum gegenüber der Norm. Unsere Befunde können also die These von Matthes stützen, ohne jedoch den Beweis dafür zu erbringen. Insbesondere muß darauf hingewiesen werden, daß die Befunde im Einzelfall stark vom Mittelwert abweichen, so fanden wir z. B. bei Hydrocephalen im 1. Lebensjahr (also in einer Zeit, wo die Schädelknochen noch leicht auseinander weichen könnten) in 25 % der Fälle bereits Impressiones gyrorum.

b) Microcephalus

Wie wir zeigten unterscheidet sich das Verhalten der Impressiones gyrorum bei den microcephalen und bei den gesunden Schädeln kaum. Beim Microcephalus fehlt der Wachstumsdruck des hypoplastischen Gehirns auf die Schädelkapsel, die Fontanellen sind deshalb klein, jedoch verknöchern die Suturen nicht früher als bei gesunden Schädeln (Hemple, 11). Am Verhalten der Impressiones gyrorum kann abgelesen werden, daß der Wachstumsdruck zwar vermindert, jedoch in den gleichen Proportionen wie bei gesunden Schädeln auf die einzelnen Regionen des Endocraniums wirkt. Insbesondere scheint uns dafür der kontinuierliche mittlere Intensitätsanstieg der Impressiones gyrorum in den fronto-orbitalen Schädelpartien vom 1. - 15. Lebensjahr zu sprechen.

c) Craniostenosen

Bei den Craniostenosen fanden wir in allen Regionen und allen Altersstufen im Mittel stärkere Intensitäten der Impressiones gyrorum als bei den gesunden Schädeln. Dabei fiel vom zweiten Lebensjahr an eine Gleichmäßigkeit der Intensitäten in den einzelnen Regionen auf. Bei Craniostenosen gibt die Schädelkapsel dem Druck des wachsenden Gehirns in einer oder mehreren Richtungen nicht nach. Dies beruht nach der Ansicht der meisten Autoren auf einer vorzeitigen Verknöcherung der Suturen, während nach Caffey (2) vor allem die Unnachgiebigkeit der Suturenmembran anzuschuldigen ist, die erst sekundär die vorzeitige Verknöcherung begünstigt. Unsere Befunde stimmen mit denen von Mager, Fanconi, Psenner (20 a) überein, die ebenfalls bei Craniostenosen erhöhte Intensitäten der Impressiones gyrorum beschrieben haben. Die Gleichmäßigkeit der Intensitäten in allen Regionen vom zweiten Lebensjahr an könnte dadurch erklärt werden, daß nach Beendigung des ersten Wachstumsschubes (Seitelberger, 34) am Ende des 1. Lebensjahres das Gehirn dem ihm verbleibenden Spielraum im Spatium subarachnoidale vollständig ausfüllt, und sich nun vom zweiten Lebensjahr an der Druck des wachsenden Gehirns auf alle Schädelpartien gleichermaßen fortpflanzt. Der Beweis für diese Hypothese kann naturgemäß durch eine rein röntgenologische Arbeit nicht erbracht werden.

3. Der diagnostische Wert der Impressiones gyrorum

Dem Röntgenologen stellt sich die Frage, ob die Beurteilung der Impressiones gyrorum helfen kann, Erkrankungen des Schädels oder des Gehirns zu diagnostizieren. Ehe die Intensität der Impressiones gyrorum als diagnostisches Kriterium angesehen werden darf, muß das Verhalten und besonders die Variabilität der Impressiones gyrorum bei gesunden Schädeln bekannt sein.

a) Die Variabilität der Impressiones gyrorum bei Kindern ohne cerebrale oder cranielle Erkrankungen

Bei Kindern mit gesunden Schädeln nimmt, wie wir zeigten (S. 21) vom 1. bis zum 14. Lebensjahr die Gesamtzahl der auf dem Schädel erkennbaren Impressiones gyrorum zu, wobei besonders die Intensität in den fronto-orbitalen Regionen ansteigt und die Zahl der Impressiones gyrorum tragenden Regionen sich mit fortschreitendem Alter erhöht. Diese Befunde stehen teilweise im Gegensatz zu denen anderer Autoren. Seifferth (33) fand z. B. bei gesunden Kindern Impressiones gyrorum erst vom zweiten Lebensjahr an; bei den von uns untersuchten Kindern trugen bereits 60 % der Fälle im ersten Lebensjahr Impressiones gyrorum, die im übrigen alle Intensitätsstufen aufwiesen. Auch die Feststellung von Vignaud-Pasquier, daß in den ersten 4 Lebensmonaten die occipitale Region nie Impressiones gyrorum trägt wird durch unsere Ergebnisse nicht bestätigt; zwei von vierzehn Kindern unter vier Monaten trugen Impressiones gyrorum in der Schädelcalotte.

Wir fanden eine deutliche Altersabhängigkeit des für die einzelnen Altersgruppen berechneten Intensitätsmittelwertes. Dies darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Intensität im Einzelfall stark von diesem Mittelwert abweichen kann. In allen Altersgruppen finden wir neben Fällen, die überhaupt keine Impressiones gyrorum tragen, Fälle, die eine maximale Gesamtzahl der Impressiones gyrorum erkennen lassen und solche, die Werte zwischen diesen Extremen aufweisen. Betrachtet man die Intensität der Impressiones gyrorum gesondert für die einzelnen Regionen des Endocraniums, so zeigt sich, daß alle Regionen in jedem Alter alle Intensitätsstufen aufweisen können (s. Tab. Nr. 2). Auch die Ausdehnung der Impressiones gyrorum über das Endocranium, d. h. die Zahl der Impressiones gyrorum tragenden Regionen, zeigt starke Schwankungen um den Mittelwert, obwohl in unserem Kollektiv bei den 0 - 1 und 13 - 15 jährigen eine Generalisation der Impressiones gyrorum über alle Regionen des Endocraniums nicht auftrat.

Die Variabilität der Impressiones gyrorum ist bei gesunden Kindern sehr groß. Sie kann die unterschiedlichen und teils widersprüchlichen Ergebnisse verschiedener Autoren erklären. Sie erlaubt es im Einzelfall nicht, nur aus der Kenntnis der Impressiones gyrorum einen Schädel einer bestimmten Altersgruppe zuzuordnen.

b) Die Variabilität der Impressiones gyrorum bei craniellen Erkrankungen

Wie wir zeigten (S. 32) ist die Zahl der Impressiones gyrorum bei Craniostenosen im Mittel verhältnismäßig hoch, während Hydrocephali in den ersten beiden Lebensjahren in den parieto-occipitalen Regionen verhältnismäßig wenig I. g. tragen.

Es mag deshalb berechtigt erscheinen, angesichts einer hohen Zahl von Impressiones gyrorum eine Craniostenose in die diagnostischen Überlegungen einzubeziehen und angesichts einer geringen parieto-occipitalen Intensität der I. g. in den ersten beiden Lebensjahren an die Diagnose Hydrocephalus zu denken.

Eine ganz andere Frage ist jedoch, ob die bei einem Einzelfall gefundene Zahl der Impressiones gyrorum eine Diagnose stützen bzw. sogar beweisen kann. Die meisten Autoren (Fanconi, Grob, Köhn, 13) messen den Impressiones gyrorum heute keinen pathognomonischen Wert mehr zu. Wie ein Blick auf die Tabellen Nr. 3, 4, 5 beweist, streuen die regionären Intensitäten bei den von uns untersuchten drei Erkrankungen des Schädels ähnlich stark um den Mittelwert wie die Intensitäten bei gesunden Schädeln. D. h. sowohl bei Craniostenosen als auch bei Microcephali und Hydrocephali finden wir in allen Altersstufen Fälle mit geringer Intensität der

Impressiones gyrorum neben Fällen, die eine hohen Intensität aufweisen.

Im Einzelfall wird also die Kenntnis der regionären Intensitäten allein eine Diagnose der Schädelerkrankungen nicht zulassen. Auch die Verteilung und die Ausdehnung der Impressiones gyrorum über das Endocranium erlaubt dies nicht.

Obwohl gesunde Schädel, Hydrocephali, Microcephali, Craniostenosen im Mittel interessante Intensitätsunterschiede der Impressiones gyrorum aufweisen, ist der diagnostische Wert der Impressiones gyrorum im Einzelfall bedeutungslos.

E. Zusammenfassung

Die Intensität der Impressiones gyrorum wurde an 2.197 Schädelröntgenaufnahmen von Kindern zwischen 0 und 14 Jahren untersucht (1.679 Fälle ohne cranielle Erkrankungen, 132 Kinder mit Microcephalus, 106 Kinder mit Craniostenosen, 280 Kinder mit Hydrocephalus). Jede auf der Schädelröntgenaufnahme erkennbare Region des Endocraniums wurde einzeln beurteilt. Als Maß für die Intensität galten vier Intensitätsstufen, die durch die Zahl der Impressiones gyrorum definiert waren. Es wurde geprüft, ob die Impressiones gyrorum eine Altersabhängigkeit zeigen und ob sie durch cranielle Erkrankungen verändert werden. Dabei ergab sich:

1. Bei gesunden Schädeln ändert sich die mittlere Intensität der Impressiones gyrorum in den parieto-occipitalen Regionen vom 1. - 14. Lebensjahr kaum, während sie in dieser Zeit in der fronto-orbitalen Region kontinuierlich zunimmt. Es wird diskutiert, ob dies durch die späte Reifung und Ausdifferenzierung des Frontallappens bedingt sein kann.

2. Bei Microcephalen verhält sich die mittlere Intensität der Impressiones gyrorum in ihrer Altersabhängigkeit nicht wesentlich anders als bei gesunden Schädeln.

3. Craniostenosen tragen im Mittel mehr Impressiones gyrorum als gesunde Schädel und zeigen eine gleichmäßigere Verteilung der Impressiones gyrorum über alle Regionen des Endocraniums.

4. Bei Hydrocephalen steigen vom 1. - 13. Lebensjahr die mittleren Intensitäten aller Regionen kontinuierlich an. Vor dem 3. Lebensjahr tragen Hydrocephale durchschnittlich weniger Impressiones gyrorum als gesunde Schädel, nach dem 3. Lebensjahr dagegen geringfügig mehr.

5. Sowohl bei gesunden als auch bei erkrankten Schädeln ist die Variabilität der Impressiones gyrorum in allen Altersstufen sehr groß. Die Impressiones gyrorum eignen sich deshalb nicht als Kriterium, mit deren Hilfe man das Alter des Kindes oder eine Schädelerkrankung diagnostizieren könnte.

Literatur

1. Böning, H.: Zur Kenntnis des Spielraumes zwischen Gehirn und Schädel. Z.ges.Neurol.Psychiat. 94, S.72 (1925)
2. Caffey, J.: Pediatric X-ray diagnosis. Chicago: Year Book Medical Publishers 5. Auflage (1967)
3. Davidoff, L.M.: Convolutional digitations, seen in roentgenograms of immature human skulls. Bull.neurol. Inst. N.Y. 5; S. 61-71 (1936).
4. Dietrich, H.:Ein seltener Fall von medianer Längsnaht der Hinterhauptsschuppe bei occipitaler Schädellücke. Fortschr. Röntgenstr..76; S. 600-602 (1953).
5. Du Boulay, G.: The significance of digital impressions in childrens skulls. Acta radiol. Stockh. 46; S. 112-122 (1956).
6. Du Boulay, G.: The radiological evidence of raised intracranial pressure in children. Brit. J. Radiol. 30; 375-377 (1957).
7. Eickhoff, H.: Die Röntgendiagnose raumbeengender Prozesse des Schädelinnern. Inaug. Diss. Münster 1936
8. Erdely, J.: Schädelveränderungen bei gesteigertem Hirndruck. Fortschr. Röntgenstr. 42; S. 153 (1930).
9. Erdheim, J.: Über die Folgen gesteigerten Hirndrucks. Jb.Psychiat. Neurol. 39; S.322 (1919).

9a. Francke und Fick: zitiert nach Tönnis, W.

10. Grashey, R. und R. Birkner: Atlas typischer Röntgenbilder vom normalen Menschen. S. 21-26 und S. 67-70, Berlin-München 1964, Verlag Urban und Schwarzenberg.
11. Hemple, D.J.: LE Harris: Craniosynostosis involving the sagittal suture only guilt by association J. Pediat. 58; S. 342 (1961).

12. Henderson, J.G. and L.S. Sherman: Roentgen anatomy of the skull in the newborn infant. Radiology 46; S. 107 (1946).
13. Hoen, E. und A. Kaiser: Kritisches zum sogenannten Druckschädel. Arch. Kinderheilkunde Bd. 146, S.292 (1951).
14. Keller, W. und Wiskott, A.: Lehrbuch der Kinderheilkunde S..986-990, Georg Thieme Verlag Stuttgart (1966).
15. Köhler A. und Zimmer, E.A.: Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbilde des Skeletts. S. 201-220, Georg Thieme Verlag Stuttgart (1953) .
16. Landau, E.: Das Gehirnrelief der Fossa cranii anterior. Gegenbaurs morphol. Jb. 39; S. 645 (1909).
17. Loepp, W.: Der Wert der einfachen Kraniographie für die Erkennung endocranieller Drucksteigerung. Arch. Psychiat. Nervenkr. 106; S. 410 (1937).
18. Loepp, W. und Lorenz, R. : Röntgendiagnostik des Schädels. Georg Thieme Verlag Stuttgart (1954).
19. Loeschke, H. und Weinnoldt, H.: Über den Einfluß von Druck und Entspannung auf das Knochenwachstum des Hirnschädels. Beitr. path. Anatom. 70;S.406 (1922).
20. Macaulay, D.: Digital markings in radiographs of the skull in children. Brit. J. Radiolog. 24; S. 647 (1951).
20a. Mager Fanconi Psenner: zitiert nach Seifferth 33.
21. Matthes, A.: Handbuch der Kinderheilkunde VIII/1, S. 161-162, Springer Verlag Berlin (1969).
22. Müller, F.W.: über die Beziehungen des Gehirns zum Windungsrelief an der Außenseite der Schläfengegend beim menschlichen Schädel-Arch.Anat.undPhysiol., 57 (1908).

23. Pendergass, E.P. und Schäffer, J.P. und Hodes, Ph.J.: The head and neck in roentgendiagnosis. Springfield (III): Ch.C.Thomas 1956.
24. Potter, E.L.: Pathology of Fetus and Newborn. The year book publisher in Chicago 1952.
25. Reichardt,M.: Untersuchungen über das Gehirn. Arbeiten aus der psychiatr. Klinik Würzburg 1914, Jena:Gustav Fischer.
26. Schinz, H.R., Baensch, W.E., Friedl, E.,Ühlinger: Lehrbuch der Röntgendiagnostik. Stuttg.: Georg Thieme 1952.
27. Schoenmackers, J. und Dierks,H.: Gibt es eine Gehirnpulsation bei allseitig knöchern geschlossener Schädelhöhle? Ärztl. Forsch. 1, S. 183 (1947).
28. Schüller, A.: Die im Röntgenbild erkennbare Schädelveränderung bei intracranieller Drucksteigerung. Fortschr. Röntgenstr. 21, S.485 (1914).
29. Schüller, A.: Welche Bedeutung haben "verstärkte Impressiones digitatae" auf das Schädelröntgenogramm von Kindern und Erwachsenen ? Röntgenpraxis 7, S. 68 (1935).
30. Schüller, A.: Röntgendiagnostik der Erkrankungen des Kopfes. In: Schittenhelm, Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Bd. 1 (1924).
31. Schüller, A.: Über eigenartige Schädeldefekte im Jugendalter. Fortschr. Röntgenstr. 23, S. 12-18 (1915/16).
32. Schwalbe, G.: Über das Gehirnrelief des Schädels bei Säugetieren. Z. Morph. u. Anthrop. 7, S. 203 (1904).

33. Seifferth, J.: Die diagnostische Bedeutung der Impressiones digitatae im Wachstumsalter. Inaug. Diss. Köln, (1961).
34. Seitelberger, F.: Handbuch der Kinderheilkunde V/1; S. 45, Springer Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg (1963).
35. Smith-Agreda: Über die Verteilung der Impressiones gyrorum an der Innenseite des Gehirnschädels des Menschen. Dtsch.Z. Nervenheilk. 173; S. 37 ((1955).
36. Spatz, H. und Stroescu G.J.: Zur Anatomie und Pathologie der äußeren Liquorräume des Gehirns. Nervenarzt 7; S. 425-481 (1934).
37. Tönnis, W. und Friedmann, G.: Das Röntgenbild des Schädels bei intracranieller Drucksteigerung im Wachstumsalter. Verlag A. Springer, Berlin 1964 S. 107.
38. Tönnis, W. und Kleinsasser: Zeitschrift für Kinderheilkunde 82; S. 387-411 (1959).
39. Vignaud-Pasquier, J., Lichtenberg, R., Laval-Jeantat, M., Larroche, J.C., Bernard, J.:Les impressions digitales de la naissance à neuf ans. Biol. Neonat. 6; S. 250-276 (1964).
40. Virchow, R.: Untersuchungen über die Entwicklung des Schädelgrundes im gesunden und krankhaften Zustand und über den Einfluß desselben auf Schädelform, Gesichtsbildung und Hirnbau. G. Reimer, Berlin (1857).
41. Weickmann, F.: Statistische Auswertung von 500 Leeraufnahmen eines neurochirurgischen Materials. Acta Neurochir. Suppl. 3Y S. 55 , Wien (1955).
42. Weinnoldt, H.: Untersuchungen über das Wachstum des Schädels unter pathologischen und physiologischen Verhältnissen.Beitr. path.Anatom. 70;S.311 (1922).

43. Wiegand, H.R.: Die Impressiones digitatae (gyrorum) in quantitativer Abhängigkeit von hirnanatomischen und histiochemischen Bedingungen. Dtsch. Z. Nervenheilk. 176, S. 246 (1957).
44. Wiegand, H.R.: Gesetzmäßige Formveränderungen der knöchernen Hirnhüllen bei Hirndruck und Schädelmißbildungen. Zbl.ges.Neurol.Psychiat.. 132, S. 19 (1955).
45. Wiegand, H.R.:Histologische Untersuchungen ubiquitärer Impressiones. Virchows Arch. 327;S. 1-27 (1955).
46. Wiegand, H.R.: Die Impressiones digitatae (gyrorum) (und die endocraniellen Impressiones überhaupt). Psych.Neurol. 138, S. 272-329 (1959)
47. Wetzel, G.: Handbuch der Anatomie des Kindes Bd. II/3 S. 591-663. Verlag München-Bergmann (1931).

Die vorliegende Arbeit wurde an der Universitätskinderklinik (Kaiserin-Auguste-Viktoria-Haus) durchgeführt.

Herrn Professor Dr. med. Hasso Schäfer bin ich für die Themenstellung und insbesondere für die Anleitung und die Unterstützung bei dieser Arbeit zu großem Dank verpflichtet.

Ebenfalls möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. med. Adalbert Loeschke für seine freundliche Beratung bei der Fertigstellung der Arbeit bedanken.

Lebenslauf

Am 15.7.1938 wurde ich als Tochter des Kaufmannes Martin Thomas und seiner Ehefrau Erna Thomas in Leipzig geboren. Von 1944 - 1952 erfolgte dort der Grundschulbesuch. Nach Absolvierung der Leibnizoberschule in Leipzig bestand ich 1956 die Reifeprüfung.

Im Oktober 1956 nahm ich eine Tätigkeit im Buchhandel in Leipzig auf, die ich bis 1960 ausübte. Am 1.9.1960 begann ich ein Studium an der Fachschule für Buchhändler und Bibliothekare in Leipzig. Im Frühjahr 1961 siedelte ich nach Westberlin über. Dort besuchte ich von August 1961 bis August 1962 das Askanische Gymnasium und erhielt die Anerkennung für das Ost-Abitur.

Im November 1962 wurde ich an der medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin immatrikuliert. Das Physikum bestand ich im Frühjahr 1965 und das medizinische Staatsexamen 1968.

Ich bin mit dem Assistenzarzt Dr. med. Sebastian Lange seit 1967 verheiratet. Wir haben einen einjährigen Sohn.

Seit dem 1.1.1969 arbeite ich als Medizinalassistentin in Berlin.